

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS**  
**ALIMENTARIAS**



**Efecto de la concentración de leche de arroz (*Oryza sativa*) integral sobre las características fisicoquímicas, recuento de bacterias ácido lácticas y aceptabilidad general en una bebida fermentada sabor a maracuyá (*Passiflora edulis*)**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**ARMANDO MARTIN ADOLFO VALLEJOS RUEDA**

**TRUJILLO, PERÚ**  
**2019**

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



Ing. Dr. Carlos Eduardo Lescano Anadón  
**PRESIDENTE**



Ing. Dr. Antonio Ricardo Rodríguez Zevallos  
**SECRETARIO**



Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta  
**VOCAL**



Ing. Ms. Carla Consuelo Pretell Vásquez  
**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a mis dos grandes abuelos Fernando Rueda Reyes y Norma Clairet Vásquez de Rueda, quienes estuvieron conmigo apoyándome en el transcurso de mi desarrollo profesional. Y a mi maravillosa hermana Leydi Vallejos Rueda, con la cual llevamos toda una vida compartiendo logros mutuos.

A mis maestros quienes con sus enseñanzas y ejemplo me impartieron una gran formación para mi carrera y vida profesional.

Finalmente, a mis queridos amigos, quienes me brindaron su apoyo y ánimo durante todo este tiempo.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento va hacia todas esas personas que estuvieron conmigo brindando su apoyo durante el transcurso del desarrollo de esta investigación. A mis abuelos Fernando y Norma, quienes siempre fueron y serán los grandes pilares de mi vida, que gracias a su amor y educación me convirtieron el hombre que soy hoy en día. A mi hermana Leydi, que deseo que vea en mi un ejemplo a seguir, que, con mucho esfuerzo y perseverancia, estoy seguro, tendrá logros mayores a los míos.

Finalmente, agradecer de manera especial a Ms. Carla Pretell Vásquez de quien siempre guardaré una gran admiración desde mis inicios en la universidad; por el constante apoyo y motivación con los que fue posible el desarrollo de esta investigación.

## INDICE GENERAL

Pág.

CARÁTULA.....	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA .....	4
2.1. Arroz .....	4
2.1.1. Generalidades .....	4
2.1.2. Propiedades nutritivas del arroz .....	4
2.1.3. Variedades de arroz .....	5
2.1.4. El arroz y la seguridad alimentaria .....	7
2.1.5. Producción nacional peruana de arroz .....	8
2.2. Maracuyá .....	9
2.2.1. Generalidades .....	9
2.2.2. Propiedades nutritivas de maracuyá .....	9
2.2.3. Variedades de maracuyá.....	11
2.2.4. Usos .....	11
2.2.5. Producción nacional de maracuyá.....	11

2.3. Bebidas fermentadas .....	12
2.3.1. Generalidades .....	12
2.3.2. Procesos fermentativos .....	13
2.3.3. Bacterias lácticas y fermentación láctica .....	14
2.3.4. Cepas usadas en bebidas fermentadas con probióticos .....	14
2.3.5. Potencial de comercialización de productos probióticos.....	16
2.3.6. Criterios para la denominación producto probiótico.....	16
2.3.7. Beneficios de productos probióticos .....	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	18
3.1. Lugar de ejecución.....	18
3.2. Materiales, insumos y reactivos .....	18
3.2.1. Materiales de investigación .....	18
3.2.2. Insumos .....	18
3.2.3. Reactivos y material de vidrio .....	19
3.3. Instrumentos y equipos .....	19
3.3.1. Instrumentos .....	19
3.3.2. Equipos.....	20
3.4. Método experimental.....	20
3.4.1. Esquema experimental para la investigación sobre una bebida fermentada de leche de arroz sabor maracuyá .....	20
3.4.2. Diagrama de flujo para la elaboración de leche de arroz integral.....	22
3.4.3. Diagrama de flujo para la elaboración de jugo de maracuyá pasteurizado. ....	24
3.4.4. Diagrama de flujo para la elaboración de una bebida fermentada sabor a maracuyá .....	25
3.4.5. Formulación base .....	28
3.5. Métodos de análisis .....	28
3.5.1. Sólidos solubles.....	28

3.5.2. Acidez titulable .....	29
3.5.3. Recuento de bacterias ácido lácticas .....	29
3.5.4. Aceptabilidad general .....	29
3.6. Métodos estadísticos .....	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1. Efecto de la concentración de leche de arroz integral sobre la acidez titulable en una bebida fermentada sabor a maracuyá. ....	32
4.2. Efecto de la concentración de leche de arroz integral sobre los sólidos solubles en una bebida fermentada sabor a maracuyá.....	36
4.3. Efecto de la concentración de leche de arroz integral sobre el recuento de bacterias ácido lácticas en una bebida fermentada sabor a maracuyá. ....	40
4.4. Efecto de la concentración de leche de arroz integral sobre la aceptabilidad general en una bebida fermentada sabor a maracuyá. ....	45
V. CONCLUSIONES.....	48
VI. RECOMENDACIONES .....	49
VII. BIBLIOGRAFÍA .....	50
VIII. ANEXOS .....	56

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición nutricional de diferentes tipos de arroz. ....	5
Cuadro 2. Composición nutricional de maracuyá. ....	10
Cuadro 3. Formulación base para bebida fermentada de arroz sabor maracuyá.....	28
Cuadro 4. Prueba de Levene para acidez titulable en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.....	34
Cuadro 5. Análisis de varianza de acidez titulable en una bebida fermentada .....	35
Cuadro 6. Prueba de Duncan para acidez titulable expresada en ácido láctico en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.....	36
Cuadro 7. Prueba de Levene para sólidos solubles en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.....	38
Cuadro 8. Análisis de varianza de sólidos solubles en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.....	39
Cuadro 9. Prueba de Duncan para sólidos solubles en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.....	40
Cuadro 10. Prueba de Levene para bacterias ácido lácticas en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá. ....	43
Cuadro 11. Análisis de varianza de bacterias ácido lácticas en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá. ....	43
Cuadro 12. Prueba de Duncan para bacterias ácido lácticas en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá. ....	44
Cuadro 13. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá. ....	46
Cuadro 14. Prueba de Wilcoxon para aceptabilidad general en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá .....	47



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema experimental para la investigación de una bebida de leche de arroz fermentada sabor a maracuyá .....	21
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de leche de arroz integral .....	22
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de jugo de maracuyá pasteurizado.....	24
Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de una bebida fermentada de leche de arroz sabor a maracuyá.....	26
Figura 5. Ficha de evaluación de aceptabilidad general para bebida fermentada de leche de arroz sabor a maracuyá.....	30
Figura 6. Acidez titulable en función de las concentraciones de leche de arroz integral en una bebida fermentada sabor a maracuyá.....	32
Figura 7. Sólidos solubles en función a las concentraciones de leche de arroz integral en una bebida fermentada sabor a maracuyá.....	37
Figura 8. Bacterias ácido lácticas en función a las concentraciones de leche de arroz integral en una bebida fermentada sabor a maracuyá. ....	40
Figura 9. Aceptabilidad general en función a concentraciones de leche de arroz integral en una bebida fermentada sabor a maracuyá.....	45

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica del cultivo láctico.....	56
Anexo 2. Resultados de acidez expresado en % de ácido láctico en bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.....	57
Anexo 3. Resultados de sólidos solubles (%) en bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.....	58
Anexo 4. Resultados de recuento de bacterias ácido lácticas (ufc/mL) en bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá. ...	59
Anexo 5. Calificaciones para aceptabilidad general en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.....	60

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de la concentración de leche de arroz (*Oryza sativa* L) integral (7.30, 9.80 y 12.20%) sobre la acidez, sólidos solubles, recuento de bacterias ácido lácticas y aceptabilidad general de una bebida fermentada sabor a maracuyá (*Passiflora edulis*) usando la cepa Lyofast SAB 4.40 A. El análisis de varianza determinó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la cepa sobre la acidez, sólidos solubles, recuento de bacterias ácido lácticas y aceptabilidad general. La prueba de Duncan determinó que la concentración de leche de arroz integral al 12.20% presentó la mayor acidez expresada en ácido láctico 0.41%, contenido de sólidos solubles 10.06% y un recuento deseable de bacterias ácido lácticas ( $2.76 \times 10^8$  ufc/mL). Con la prueba de Friedman se determinó diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en aceptabilidad general, siendo la concentración 7.3% la que presentó la mayor moda (7 puntos – “Me gusta bastante”); a comparación de la concentración 9.8% con modas de (6 puntos – Me gusta ligeramente) y 12.2% (5 puntos – Ni me gusta ni me disgusta). Con la prueba de Wilcoxon, se observó que las tres concentraciones de leche de arroz fueron diferentes, eligiendo la concentración de 7.3% como el mejor tratamiento con una mayor aceptabilidad general y otras características seleccionadas como la mejor (acidez titulable, sólidos solubles, recuento de bacterias ácido lácticas).

## ABSTRACT

The effect of the concentration of brown rice milk (*Oryza sativa* L.) (7.30, 9.80 and 12.20%) on acidity, soluble solids, lactic acid bacteria count and general sensory acceptability of a fermented passion fruit drink (*Passiflora edulis*) was evaluated, using a strain Lyofast SAB 4.40 A. The analysis of variance determined a significant effect ( $p < 0.05$ ) on acidity, soluble solids, lactic acid bacteria count and general acceptability. The Duncan test determined that the 12.20% brown rice milk concentration had the highest acidity (0.42% lactic acid), 10.13% soluble solids content and a desirable lactic acid bacteria count ( $2.76 \times 10^8$  ufc/mL). With the Friedman test, a significant difference ( $p < 0.05$ ) in general acceptability was determined, with the 7.3% concentration being the one with the highest mode (7 points - "I like it moderately"); compared to the concentration 9.8% with mode of (6 points - I like it slightly) and 12.2% (5 points – neither like nor dislike). With the Wilcoxon test, it was observed that the three concentrations of rice milk were different, choosing the 7.3% concentration as the best treatment with greater general acceptability and other characteristics selected as the best (titratable acidity, soluble solids, lactic acid bacteria count).

## I. INTRODUCCIÓN

El aumento del interés por adaptar dietas saludables que ayudan a prevenir enfermedades, permite el estudio y desarrollo de nuevos alimentos funcionales, tema que ha ganado mucha importancia (Prado y otros, 2007).

Las tradiciones y las razones económicas que limitan el uso de productos lácteos fermentados, en algunos países en desarrollo, promueven la idea de reducción de los componentes de la leche como vehículos para los agentes probióticos; en los mercados existen algunas bebidas fermentadas no lácteas que se están comercializando. Probablemente, las bebidas como los jugos de frutas y vegetales serían la siguiente categoría de alimentos donde las bacterias probióticas las usen como matrices, debido a que han demostrado ser excelentes sustratos para la síntesis celular y la producción de ácido láctico (Prado y otros, 2007; Bernal y otros, 2017).

Las bebidas fermentadas ofrecen un beneficio potencial para la prevención y tratamiento de diversos trastornos infecciosos y no infecciosos. Se ha reportado que juegan un papel clave en la supresión de infecciones gastrointestinales, actividad antimicrobiana, mejora en el metabolismo de la lactosa, la reducción en el colesterol sérico, estimulación del sistema inmune, las propiedades antimutagénicas, propiedades anticancerígenas, propiedades antidiarreicas y la mejora en enfermedades intestinal inflamatoria (Enujiugha y Badejo, 2015).

Las bebidas fermentadas ácido lácticas, además de contribuir en la bioconservación de los alimentos, mejoran las características sensoriales como el sabor, olor, textura y aumentan su calidad nutritiva. Además, son cultivos puros o mezcla de cultivos de microorganismos vivos, que al ser consumidos por el hombre y los animales en cantidades adecuadas mejoran

la salud. En ese sentido, la mayoría son usadas por la industria alimentaria en la elaboración de productos fermentados y como complementos alimenticios con la finalidad de promover la salud (Ramirez y otros, 2011).

La viabilidad de los probióticos utilizados en los productos fermentados de origen no lácteo es extremadamente importante para obtener una ventaja competitiva en el mercado mundial. Los atributos funcionales de productos probióticos lácteos y no lácteos se han mejorado aún más por la adición de prebióticos, tales como galacto-oligosacárido, fructo-oligosacáridos y la inulina (Vijaya y otros, 2015).

Los productos que contienen probióticos de alto perfil han tenido un enorme éxito en Europa, Asia, y más recientemente en otras regiones del mundo. Este éxito en la comercialización promueve el consumo, el desarrollo de nuevos productos y la investigación. A menudo son los nutricionistas los que recomiendan probióticos, pero los médicos a veces también lo hacen. El mercado ofrece una amplia gama de tipos de productos (Guarner y otros, 2011).

Para una alta viabilidad de crecimiento probiótico es indispensable considerar un medio enriquecido; por lo que el arroz integral rico en fibra, ejercerá un papel importante durante el periodo de crecimiento de la cepa, brindándole una mejor funcionalidad a la bebida (Bernal y otros, 2017). La producción total mundial de arroz es de aproximadamente 400 millones de toneladas de arroz elaborado siendo el segundo cereal después del trigo en producción y uso para la alimentación. El 95% del total de la producción mundial de arroz se lleva a cabo en los países en desarrollo como China e India, que son responsables de más de la mitad de esta producción. Perú se encuentra en el séptimo lugar entre los países con mayor rendimiento en

producción. Perú es el tercer productor más importante de América después Brasil y EE. UU. (MINCETUR, 2018).

En los últimos cinco años, la producción de arroz en el Perú ha crecido a un ritmo bajo, debido en parte a la movilización de inversiones hacia otros negocios agrícolas más rentables, así como a los efectos negativos del fenómeno de El Niño costero (MINCETUR, 2018). Por tal razón, es necesario promover el consumo de arroz en diferentes presentaciones alimentarias, de tal forma de brindar al consumidor diversas alternativas para un uso más eficiente de este cultivo.

El problema planteado fue:

¿Cuál será el efecto de tres concentraciones de leche de arroz (*Oryza sativa* L.) integral (7.30, 9.80 y 12.20%) sobre la acidez, sólidos solubles, recuento de bacterias ácido lácticas y aceptabilidad general de una bebida fermentada sabor a maracuyá (*Passiflora edulis*)?

Los objetivos fueron:

Evaluar el efecto de tres concentraciones de leche de arroz integral (7.30, 9.80 y 12.20%) sobre la acidez, sólidos solubles, recuento de bacterias ácido lácticas y aceptabilidad general de una bebida fermentada de arroz sabor a maracuyá.

Determinar la concentración de leche de arroz integral para obtener la mayor acidez, sólidos solubles, recuento de bacterias ácido lácticas y aceptabilidad general de una bebida fermentada de arroz sabor a maracuyá.

## **II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA**

### **2.1. Arroz**

#### **2.1.1. Generalidades**

El arroz es el alimento básico predominante para 17 países de Asia y el Pacífico, nueve países de América del Norte y del Sur y ocho países de África. Este cereal proporciona el 20% del suministro de energía alimentaria del mundo, en tanto que el trigo suministra el 19% y el maíz el 5%. No sólo el arroz es una rica fuente de energía sino también constituye una buena fuente de tiamina, riboflavina y niacina. El arroz integral contiene una cantidad importante de fibra alimenticia. El perfil de aminoácidos del arroz indica que presenta altos contenidos de ácido glutámico y aspártico, en tanto que la lisina es el aminoácido limitante. El arroz, como alimento único, no puede proporcionar todos los nutrientes necesarios para una alimentación adecuada. Los productos de origen animal y el pescado son alimentos adicionales útiles para el régimen alimenticio por cuanto proporcionan grandes cantidades de aminoácidos y micronutrientes esenciales. Las leguminosas, como el frijol, el maní y la lenteja, también constituyen complementos nutricionales para el régimen alimenticio basado en el arroz y ayudan a completar el perfil de aminoácidos (FAO, 2004).

#### **2.1.2. Propiedades nutritivas del arroz**

El arroz es rico en cuanto a diversidad genética. En todo el mundo se cultivan miles de variedades. El arroz, en su estado natural, con cáscara presenta muchos colores diferentes que incluyen el pardo, el rojo, el púrpura e incluso el negro. Estas coloridas variedades de arroz casi siempre son apreciadas por sus propiedades benéficas para la salud (FAO, 2004). El arroz



con cáscara tiene un contenido mayor de nutrientes que el arroz blanco sin cáscara o pulido (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición nutricional de diferentes tipos de arroz.

Tipo de arroz	Proteína (g/100g)	Hierro (mg/100g)	Zinc (mg/100g)	Fibra (g/100g)
Blanco pulido	6.8	1.2	0.5	0.6
Integral	7.9	2.2	0.5	2.8
Rojo	7.0	5.5	3.3	2.0
Púrpura	8.3	3.9	2.2	1.4
Negro	8.5	3.5	-	4.9
Blanco corriente	7.8	1.04	1.51	-
Con cáscara	5.9	-	0.20	4.1
Integral	8.2	-	-	1.6

Fuentes: Adaptado de FAO (2004) y MINSA (2017).

- = sin datos presentes

### 2.1.3. Variedades de arroz

Las clasificaciones clásicas del arroz son las de DEVAUX en donde se clasifican principalmente con y sin arista donde su mayor diferencia es el tamaño del grano (Franquet y Borrás, 2004):

- Arroz de grano corto o redondo. Con una longitud menor de 5.2 mm.
- Arroz de grano largo: Existen dos tipos de tipo A (longitud superior a 6 mm) y tipo B: longitud superior a 6 mm.

Los granos cortos (redondos) y largos se clasifican en cuatro agrupaciones:

a. Arroces con arista y semilla larga (Franquet y Borràs, 2004):

- Arroz del Piamonte (*Oryza sativa pubescens*).
- Arroz vulgar (*O. s. comunissima*).
- Arroz barba roja (*O. s. rufibarbis*).
- Arroz frajado (*O. s. marginata*).
- Arroz largo (*O. s. elomgata*).
- Arroz precoz (*O. s. praecox*).
- Arroz precoz de la China (*O. s. imperialis*).
- Arroz oloroso (*O. s. suavis*).
- Arroz de monte o arroz seco (*O. s. montana*).
- Arroz glutinoso (*O. s. glutinosa*).
- Arroz negro (*O. s. aterrina*).
- Arroz colorado (*O. s. rubra*).
- Arroz oscuro (*O. s. nigrescens*).
- Arroz grueso (*O. s. grossa*).
- Arroz de color (*O. s. sub-colorata*).
- Arroz amarillo (*O. s. lutescens*).
- Arroz paloma (*O. s. colombaria*).
- Arroz variado (*O. s. descolor*).
- Arroz de Sumatra (*O. s. sumatrensis*).

b. Arroces con arista y semilla redondeada (Franquet y Borràs, 2004):

- Arroz corto (*Oryza sativa brevis*).
- Arroz minuto (*O. s. minima*).
- Arroz redondo (*O. s. globosa*).

- Arroz del Japón (*O. s. japonica*).
- Arroz perdigón (*O. s. bulbosa*).

c. Arroces sin arista y con semilla globosa (Franquet y Borràs, 2004):

- Arroz mijo (*Oryza sativa milacea*).
- Arroz sorgo (*O. s. sorghoides*).

d. Arroces sin arista y con semilla larga (Franquet y Borràs, 2004):

- Arroz sin barbas (*Oryza sativa denudata*).
- Arroz integral , pardo o moreno (*O. s. sordida*).
- Arroz de cobre (*O. s. cuprea*).

#### **2.1.4. El arroz y la seguridad alimentaria**

En muchas regiones del mundo, el arroz es el componente más importante del régimen alimentario humano, de manera que es necesario que ese tazón diario de arroz sea seguro y de calidad aceptable para el consumidor. Deben aplicarse prácticas agrícolas aceptables cuando se cultiva el arroz y se controlan las plagas. Después de la cosecha, la elaboración, el almacenamiento y la distribución eficientes en la finca deben garantizar que la calidad no se deteriore. Por ejemplo, el secado inadecuado de los granos puede ocasionar el crecimiento de hongos. En 1995, la Comisión Mixta FAO/OMS del Codex Alimentarius acordó adoptar criterios de inocuidad y calidad para el arroz que se produce para el consumo humano (Norma Codex para el Arroz). Otro trabajo del Codex fija límites máximos para los residuos de plaguicidas y trata los límites posibles para ciertos metales pesados como

el cadmio y las micotoxinas. Estas normas para el arroz son aceptadas por la Organización Mundial del Comercio (OMC), de manera que la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) tienen cuidado de garantizar que tengan una base científica bien fundamentada. El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios y la Reunión Conjunta FAO/OMS de Expertos sobre Residuos de Plaguicidas abordan los temas que influyen en la inocuidad y la calidad del arroz. Su trabajo comprende la asesoría de los países miembros y el Codex acerca de las prácticas agrícolas y de manufactura que son aceptables para el cultivo y la elaboración del arroz (FAO, 2004).

#### **2.1.5. Producción nacional peruana de arroz**

En el Perú la producción nacional creció a un ritmo de 3.1% anual del 2001 al 2016. En el 2001 se produjeron 2028 miles de t hasta que en el 2016 alcanzaron los 3166 millones de t. En estos 16 años se observó una tendencia ascendente en la producción nacional a excepción del 2004, año en que se obtuvo la más baja producción, que solo alcanzó 1.84 millones de t. El incremento de la producción entre el 2001 al 2016 fue impulsado por un mayor crecimiento de la superficie cosechada (2.2% por año) y el incremento del rendimiento (0.8% al año). Las principales regiones productoras de arroz cáscara en el 2016 fueron San Martín con 22% de participación, siguiéndole las regiones de Piura (19%), Lambayeque (13%), La Libertad (11%) y Amazonas (10%). Sin embargo, si se analiza el rendimiento por regiones, la mayor productividad se logró en la región Arequipa donde se obtuvo un promedio de 12.5 t/ha, encima del promedio nacional (7.5 t/ha). Le siguieron las regiones de La Libertad (10 t/ha), Ancash (9.6 t/ha) y Piura (8.8 t/ha) (MINAGRI, 2017).

## **2.2. Maracuyá**

### **2.2.1. Generalidades**

El maracuyá es una fruta tropical de una planta que crece en forma de enredadera y que pertenece a la familia de las Passifloras, de la que se conoce más de 400 variedades. Su jugo es ácido y aromático; se obtiene del arilo, tejido que rodea a la semilla, y es una excelente fuente de vitamina A, niacina, riboflavina y ácido ascórbico. La cáscara y las semillas también pueden ser empleados en la industria, por los componentes que tienen (Castro y otros, 2010).

Es originaria de la región amazónica del Brasil, de donde fue difundida a Australia, pasando luego a Hawái en 1923. En la actualidad se cultiva en Australia, Nueva Guinea, Sri Lanka, Sud-Africa, India, Taiwan, Hawái, Brasil, Perú, Ecuador, Venezuela y Colombia. El maracuyá pertenece a la misma familia Passifloracea del poro poro (*P. mollisima*), tumbo (*P. quadrangularis*), y de la granadilla (*P. ligularis*), a las que se parece en su hábito de vegetativo y flor (Castro y otros, 2010).

### **2.2.2. Propiedades nutritivas de maracuyá**

Dentro de sus principales bondades nutricionales en el maracuyá se encuentran (Castro y otros, 2010):

- Combate el estreñimiento y mejora el tránsito intestinal.
- Reduce las tasas de colesterol en sangre.
- Controla la glucosa en sangre, lo que la hace idónea para personas que tengan diabetes.

- Tiene propiedades antiinflamatoria y analgésica, por lo que es muy recomendable para personas con artritis reumatoide.
- Ayuda a eliminar sustancias tóxicas del organismo y mejora el sistema renal.

En el Cuadro 2 se muestra el contenido nutricional de maracuyá en 100 g de producto fresco:

Cuadro 2. Composición nutricional de maracuyá.

Estructura	Contenido (en 100 g)
Energía	226 kJ
Agua	82.30 g
Proteínas	2.38 g
Carbohidratos	9.54 g
Grasa	0.40 g
Fibra	c
Azúcar	9.54 g
Calorías	226 kJ
Hierro	1.30 mg
Calcio	17 mg
Fósforo	57 mg
Potasio	267 mg
Zinc	0.65 mg
Magnesio	29 mg
Sodio	19 mg
Vitamina A	108.83 ug
Vitamina B1	0.02 mg
Vitamina B2	0.10 mg
Vitamina B3	1.90 mg
Vitamina B9	29 ug
Vitamina C	24 mg
Vitamina E	0.20 mg
Vitamina K	0.70 ug

Fuente: Durán y Méndez (2008).

### **2.2.3. Variedades de maracuyá**

El maracuyá cultivado en el Perú corresponde a la especie *Passiflora edulis* variedad Flavicarpa, sus frutos son de cáscara amarilla; y se desarrolla muy bien hasta los 1000 msnm., es importante mencionar que se encuentra cultivada en mayor cantidad por su alta comercialización. Otra variedad que también se encuentra en menor cantidad es la Purpúrea, con frutos de color púrpura y que se comporta mejor por encima de los 1000 msnm (Castro y otros, 2010).

### **2.2.4. Usos**

Se utiliza para preparar refrescos, néctares, mermeladas, helados, pudines, conservas, etc. Según el Instituto de Tecnología de Alimentos del Brasil, el aceite que se extrae de sus semillas podría ser utilizado en la fabricación de jabones, tintas y barnices. El uso medicinal del maracuyá, se basa en las propiedades calmantes (depresora del sistema nervioso) de la passiflorina. Sus hojas son utilizadas para combatir inflamaciones y fiebres. Combate la diabetes, pues la harina de cáscara de maracuyá controla los niveles de azúcar en la sangre. No cura la diabetes, pero reduce los niveles de glucosa (Castro y otros, 2010).

### **2.2.5. Producción nacional de maracuyá**

El departamento con la mayor área instalada de maracuyá es Lima, seguida de cerca por Ancash, luego está Lambayeque, Piura, Junín, Ucayali, Huánuco y en octavo lugar La Libertad. Ha tenido un crecimiento significativo entre los años 2014-2017, del 71.5%, es decir 1,432 ha más; este crecimiento fundamentalmente está dado por Ancash, Lima, Lambayeque y Huánuco, ya

que en los departamentos Junín y La Libertad decrecieron (Agrolalibertad, 2017).

En el Perú se tiene un área instalada de maracuyá de 2 205 ha, ubicadas principalmente en los departamentos de Lima, Lambayeque, Ancash, Junín y La Libertad. El área ha crecido entre el 2013 al 2016 en 727 ha, dado que su mercado se ha ampliado. Como consecuencia del incremento en el área, también muestra crecimiento en volumen de producción de un 15%. En La Libertad se tiene un área de maracuyá de 70.6 ha, de las cuales están ubicadas en un 69% en la provincia de Trujillo, mientras que el 13% en la provincia de Virú y 12% en la provincia de Ascope; mientras que el otro 6% se encuentran distribuidos en otras provincias. Aunque la producción de maracuyá es todo el año en La Libertad, se concentra mayormente en el periodo enero-abril (58.6%). En Virú y Trujillo también se produce todo el año, mientras que en Ascope da entre los meses de enero a abril, en Pataz la producción se da entre enero a agosto, mientras que en Gran Chimú se da entre enero a mayo (Agrolalibertad, 2017).

## **2.3. Bebidas fermentadas**

### **2.3.1. Generalidades**

La tecnología de las fermentaciones viene siendo bastante estudiada y revisada por muchos autores, sin embargo, la mayor parte de la metodología de producción que es a base de leches (leche de vaca) fermentadas se mantiene la misma como, por ejemplo, la homogenización de grasas y uso de altos tratamientos térmicos para la esterilización de la leche (Resende, 2013).

Algunos aspectos de la metodología de producción que se tratan con mayor cuidado por variar de acuerdo con el producto a ser desarrollado (como



yogures o leches fermentadas o bebidas lácteas, etc.) incluyen: microorganismos que constituirán los cultivos iniciadores; temperatura y período de incubación; la proporción del inóculo y la producción de cultivo iniciador (Resende, 2013).

### **2.3.2. Procesos fermentativos**

La actividad fermentativa de los microorganismos es responsable de la producción y características de muchos alimentos como quesos, yogures, leches fermentadas, conservas, chucrut y salchichas. Los alimentos fermentados se consideran más estables por tener una vida de estante más grande que la materia prima de la que se originó. Además, poseen aroma y sabores característicos que resultan directa o indirectamente de los organismos fermentadores (Jay, 2005).

Los parámetros intrínsecos y extrínsecos de los alimentos interfieren en la actividad de crecimiento de estos microorganismos como, por ejemplo, cuando el alimento natural es rico en azúcares libres y es acidificado, las levaduras se desarrollan rápidamente produciendo alcohol y restringiendo de esa manera las actividades de crecimiento otros microorganismos naturalmente presentes en el alimento (Resende, 2013).

Sin embargo, si la acidez de un producto permite un buen crecimiento bacteriano y, al mismo tiempo, este alimento contiene altas concentraciones de azúcares simples, es de esperar el crecimiento de bacterias ácido-lácticas (Jay, 2005).

### 2.3.3. Bacterias lácticas y fermentación láctica

La fermentación láctica es realizada por las bacterias pertenecientes al grupo láctico o bacterias lácticas. En este grupo se incluyen los siguientes géneros bacterianos: *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Carnobacterium*, *Vagococcus* entre otros (Franco, 2008). Todos los miembros de este grupo presentan la misma característica de producir ácido láctico a partir de hexosas (Jay, 2005).

Las bacterias ácido lácticas se dividen en dos grupos, sobre la base de sus productos finales en el metabolismo de la glucosa. Las que producen ácido láctico como único o principal producto de la fermentación de la glucosa se designan como fermentativo como las bacterias de los géneros *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Vagococcus* y algunos *Lactobacillus*. Las bacterias lácticas que producen la misma cantidad molar de lactato, dióxido de carbono y etanol a partir de hexosas se llaman hetero fermentativa (Franco, 2008).

### 2.3.4. Cepas usadas en bebidas fermentadas con probióticos

Según Tormo (2006), las más usadas son:

- *Lactobacillus casei* GG (LGG). Posee resistencia a los jugos gástricos y a la digestión biliar, y tiene capacidad para colonizar el colon humano. No posee plásmidos, así que tiene una resistencia estable ante los antibióticos. Produce solamente ácido láctico (no en el isómero D).
- *Lactobacillus acidophilus*. También se puede unir a enterocitos de una forma independiente del calcio. Se cree que la adhesión tiene lugar

mediante un componente proteínico extracelular. Además, inhibe otras bacterias anaeróbicas *in vitro* como *Clostridium*, *bacteroides*, *pseudomonas*, *estafilococos* y *enterobacterias*. También inhibe bacterias patogénicas como *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella*.

- *Bifidobacterium breve*, *B. longum*, *B. infantis*, *B. animalis*. Constituyen el grupo más importante de bacterias sacarolíticas del intestino grueso, hasta un 25% en el colon del adulto, y hasta un 95% del recién nacido con leche materna. No forman aminas alifáticas, derivados sulfurosos ni nitritos, producen vitaminas, sobretodo del grupo B, así como enzimas digestivas; su metabolismo produce ácidos grasos de cadena corta (AGCC), como acetato y lactato, que disminuyen el pH intestinal con efectos antibacterianos.
- *Streptococcus salivarius spp.*, y *S. thermophilus*. Usados normalmente en la obtención, junto con *L. bulgaricus* de los yogures de consumo diario. También se usan *L. casei*, *L. paracasei* y *L. rhamnosus*.
- La levadura *Saccharomyces boulardii*. Con efectos probióticos probados es muy usada en España (Ultralevura®). Inhibe el crecimiento de bacterias patógenas tanto *in vitro* como *in vivo*; la temperatura óptima para su desarrollo es de 37 °C, y se ha demostrado que es resistente a la digestión por los jugos gástricos y biliares, alcanzando indemne el colon. Por tratarse de un hongo y no de una bacteria, no se ve afectado por el uso concomitante de antibióticos. Una vez retirada su administración, es rápidamente eliminada.

### **2.3.5. Potencial de comercialización de productos probióticos**

Los productos que contienen probióticos de alto perfil han tenido un enorme éxito en Europa, Asia, y más recientemente en otras regiones del mundo. Este éxito en la comercialización promoverá el consumo, el desarrollo de nuevos productos y la investigación. Se ha demostrado el importante papel que juegan los probióticos en la mejora de complicaciones y enfermedades asociadas a desórdenes metabólicos incluyendo la obesidad y la resistencia a la insulina (Shen y otros, 2014).

### **2.3.6. Criterios para la denominación producto probiótico**

Para declarar que un producto tiene un efecto probiótico, deben seguirse una serie de especificaciones, las cuales fueron propuestas por la FAO en el 2002. En la etiqueta de dicho producto debe figurar:

- El nombre de todos los microorganismos, con su género, especie y cepa.
- El número mínimo viable de cada cepa de microorganismos. Este número debe reflejar la cantidad de los mismos presentes a la fecha de caducidad, no la del momento de producción.
- La información sobre las condiciones apropiadas de almacenamiento.
- Declaraciones sobre su eficacia y estos deben ser verdaderos y claros. Deben estar basados en estudios documentados de eficacia en humanos para cada cepa presente en el producto. También debe contemplar el efecto del vehículo o ingredientes activos adicionales.

- Indicaciones sobre su uso, incluyendo el nivel de consumo recomendado basado en los estudios de eficacia llevados a cabo en humanos. Se debe definir a qué consumidores puede beneficiar el producto en el caso de los suplementos probióticos, aunque en el caso de alimentos y bebidas probióticas toda la población es considerada como posible consumidor.

#### **2.3.7. Beneficios de productos probióticos**

Guarner y otros (2011); tienen las siguientes consideraciones como parte de los beneficios de los productos probioticos:

- Enfermedad cardiovascular. El uso de probióticos para la medicina preventiva y para disminuir el riesgo de enfermedad cardiovascular está desarrollándose.
- Alergias. Aún cuando la evidencia más sólida disponible es para la prevención de dermatitis atópica, un ensayo clínico reciente no confirmó estos resultados al administrar ciertos probióticos a mujeres embarazadas y recién nacidos hasta los 6 meses de edad.
- Síndrome de intestino irritable. Varios estudios han demostrado ganancias terapéuticas significativas al usar probióticos en comparación con placebo.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

Las pruebas experimentales y los análisis se realizaron en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

#### **3.2. Materiales, insumos y reactivos**

##### **3.2.1. Materiales de investigación**

- Frutos de maracuyá variedad Flavicarpa, procedentes del Mercado La Hermelinda del distrito de Trujillo, región La Libertad.
- Arroz integral sin cáscara, variedad Pardo o Moreno, marca “Costeño” procedente del Supermercado Plaza Vea de Trujillo.

##### **3.2.2. Insumos**

- Azúcar blanca granulada, marca A1
- Cultivo lácteo liofilizado probiótico (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium*) LYOFAS SAB 4,40 A Marca SACCO. Presentación en sobre para 100 L, adquirida en la empresa Linros Interinsumos. Trujillo-Perú (Anexo 1. Ficha técnica).
- Agua destilada
- Agua mineral, marca Cielo
- Miel de abeja multifloral procedente de la Region Lambayeque.

### **3.2.3. Reactivos y material de vidrio**

- Hidróxido de sodio, NaOH (0.1N)
- Ácido clorhídrico. HCl
- Agar MRS
- Termómetro.
- Vasos de precipitación de 25, 50 y 100 mL
- Probeta de 50 mL
- Matraz de 250 mL
- Pipetas de 10 mL
- Fiola de 250 mL
- Embudo
- Placas Petri (10 cm de diámetro)

### **3.3. Instrumentos y equipos**

#### **3.3.1. Instrumentos**

- Balanza Analítica. Marca Mettler Toledo. Capacidad 0 – 210 g, sensibilidad aprox. 0.0001 mg.
- Refractómetro. Marca Atago, rango: 0-32 °Brix, +/-0.2%, calibrado a 20 °C.
- Termómetro digital. Marca Multidigital. Rango de 50 a 200 °C. Precisión + 0.01 °C.

- pH metro. Marca Mettler Toledo. Rango de 0-14, sensibilidad aprox. 0.01.

### **3.3.2. Equipos**

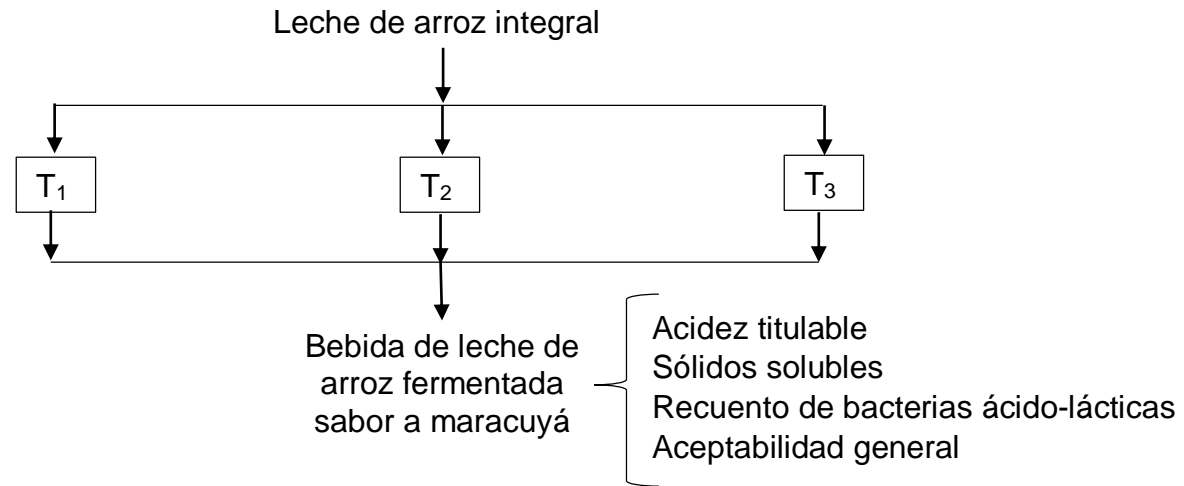
- Estufa de convección de aire. Marca Imaco Estufa de Laboratorio MEMMERT 400 de 32 L de volumen de compartimiento, rango de temperaturas de: 30 a 120 °C.
- Refrigeradora. Marca Bosch. Modelo Frost 44. Rango 0 a 8 °C. Precisión + 2 °C.
- Cocina semi industrial a gas.

## **3.4. Método experimental**

### **3.4.1. Esquema experimental para la investigación sobre una bebida fermentada de leche de arroz sabor maracuyá**

El esquema experimental del presente trabajo de investigación se presenta en la Figura 1. Se colocó como variable independiente la concentración de arroz (*Oryza sativa* L.) integral y las dependientes: acidez, sólidos solubles, recuento de bacterias ácido lácticas y aceptabilidad general.





Leyenda:

- T<sub>1</sub>: Concentración de leche de arroz integral 7.3% en bebida fermentada sabor a maracuyá  
T<sub>2</sub>: Concentración de leche de arroz integral 9.8% en bebida fermentada sabor a maracuyá  
T<sub>3</sub>: Concentración de leche de arroz integral 12.2% en bebida fermentada sabor a maracuyá

Figura 1. Esquema experimental para la investigación de una bebida de leche de arroz fermentada sabor a maracuyá

### 3.4.2. Diagrama de flujo para la elaboración de leche de arroz integral

En la Figura 2 se muestra el procedimiento para la elaboración de leche de arroz integral (Amal y otros, 2012).

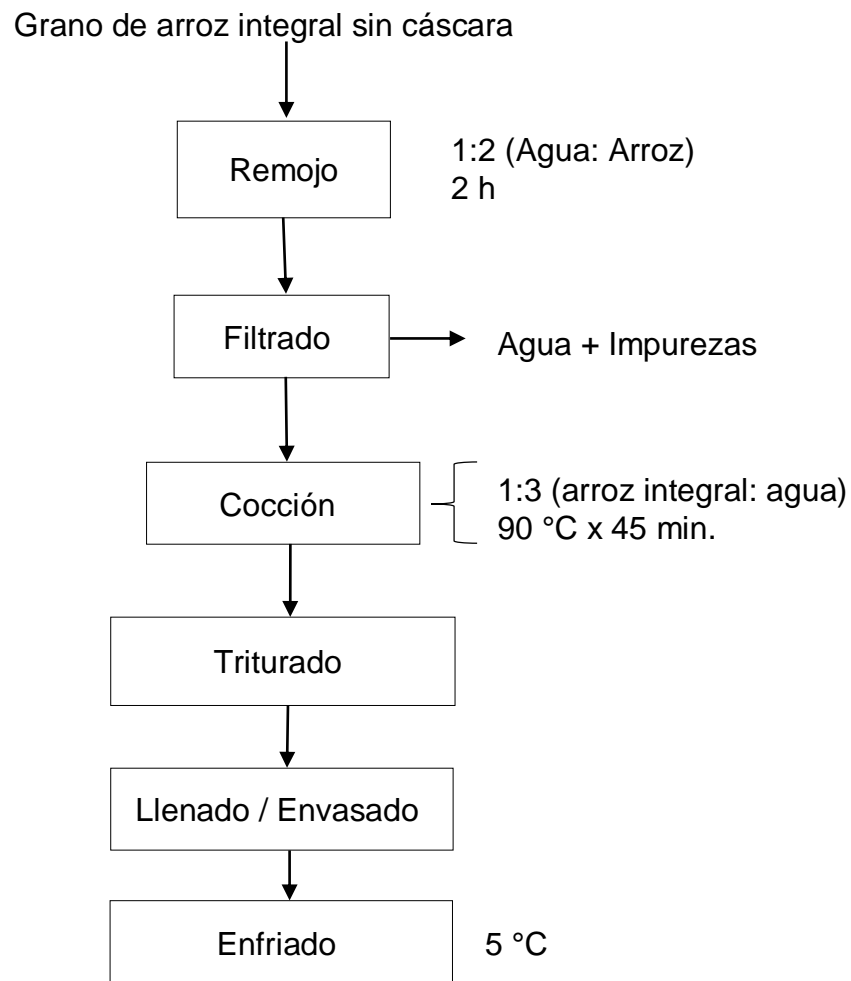


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de leche de arroz integral

A continuación, se describe cada operación de la Figura 2 para la elaboración de leche de arroz.

**Remojo.** El grano de arroz integral, sin cáscara, se extendió en una bandeja con una cantidad de agua del doble de su peso; el tiempo de contacto fue de 2 h con la finalidad de hidratarlo para facilitar su cocción.

**Filtrado.** Con la ayuda de un colador doméstico se filtró el remanente de agua.

**Cocción.** Se cocinó el arroz integral en una proporción de 1:3 (arroz integral: agua a 90 °C) durante 45 min con el objetivo de ablandar el grano a una temperatura de 90 °C.

**Triturado.** Se depositó en una licuadora y se accionó durante 2 min hasta obtener una mezcla uniforme de leche de arroz integral, a este producto se denomina mezcla base de leche de arroz integral. Se repitió el proceso de remojo hasta triturado para las tres concentraciones de trabajo diferentes las cuales se prepararon al 7.3, 9.8 y 12.2% (p/v) con la mezcla base de arroz integral licuado.

**Llenado/Envasado.** Se llenó y envasó la leche de arroz integral en botellas de vidrio transparente y se cerró herméticamente; luego

**Enfriado.** Se enfrió hasta temperatura ambiente. Posteriormente se almacenó en refrigeración a 5 °C hasta su uso (3 h aproximadamente).

### 3.4.3. Diagrama de flujo para la elaboración de jugo de maracuyá pasteurizado.

En la Figura 3 se muestra el procedimiento para la elaboración de jugo de maracuyá pasteurizado (Castro y otros, 2010).

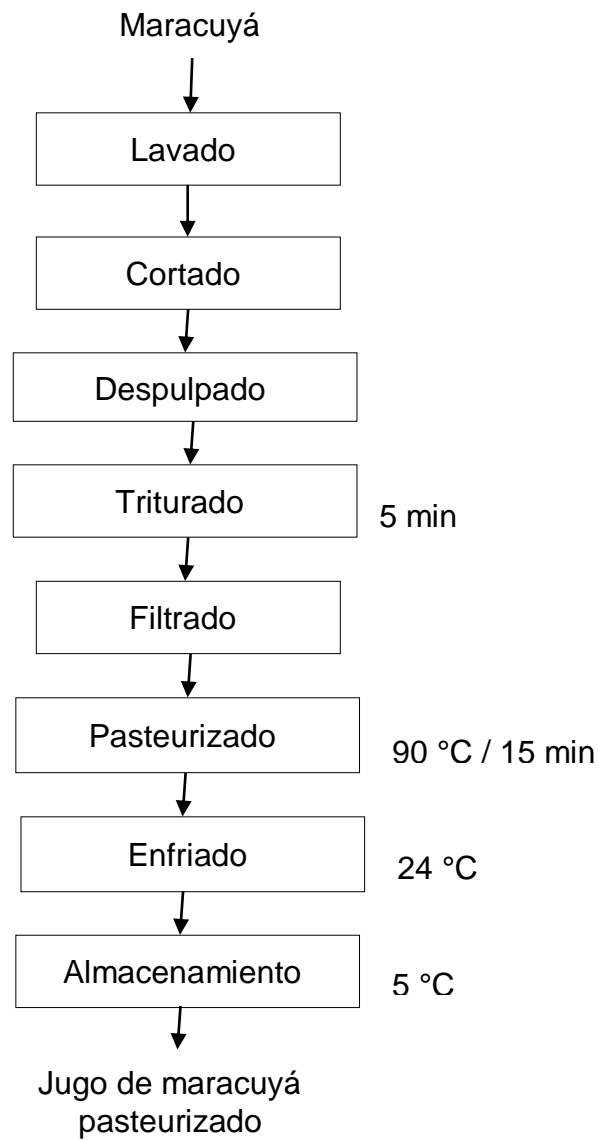


Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de jugo de maracuyá pasteurizado.

A continuación, se describe cada operación de la Figura 3 para la elaboración de jugo de maracuyá pasteurizada (Castro y otros, 2010).

**Lavado.** Se lavaron las maracuyá de forma unitaria, retirando cualquier materia extraña de la parte externa del fruto

**Cortado.** Se cortó por la mitad todos los frutos de maracuyá.

**Despulpado.** Con la ayuda de una cuchara, se retiró toda la pulpa presente en el fruto.

**Triturado.** Se licuo toda la pulpa extraída del fruto por alrededor de 5 minutos hasta obtener una mezcla uniforme.

**Filtrado.** Con la ayuda de un colador se extrajo las partículas de semillas, para solo obtener el jugo de maracuyá concentrado.

**Pasteurizado.** Se calentó el jugo de maracuyá a 90 °C por 15 min.

**Enfriado.** Se dejó enfriar el jugo de maracuyá pasteurizada hasta temperatura ambiente (24°C).

**Almacenado.** Se almacenó el jugo de maracuyá pasteurizado en refrigeración a 5 °C.

#### **3.4.4. Diagrama de flujo para la elaboración de una bebida fermentada sabor a maracuyá**

En la Figura 4 se muestra el procedimiento para la elaboración de una bebida fermentada sabor a maracuyá (Amal y otros, 2012).

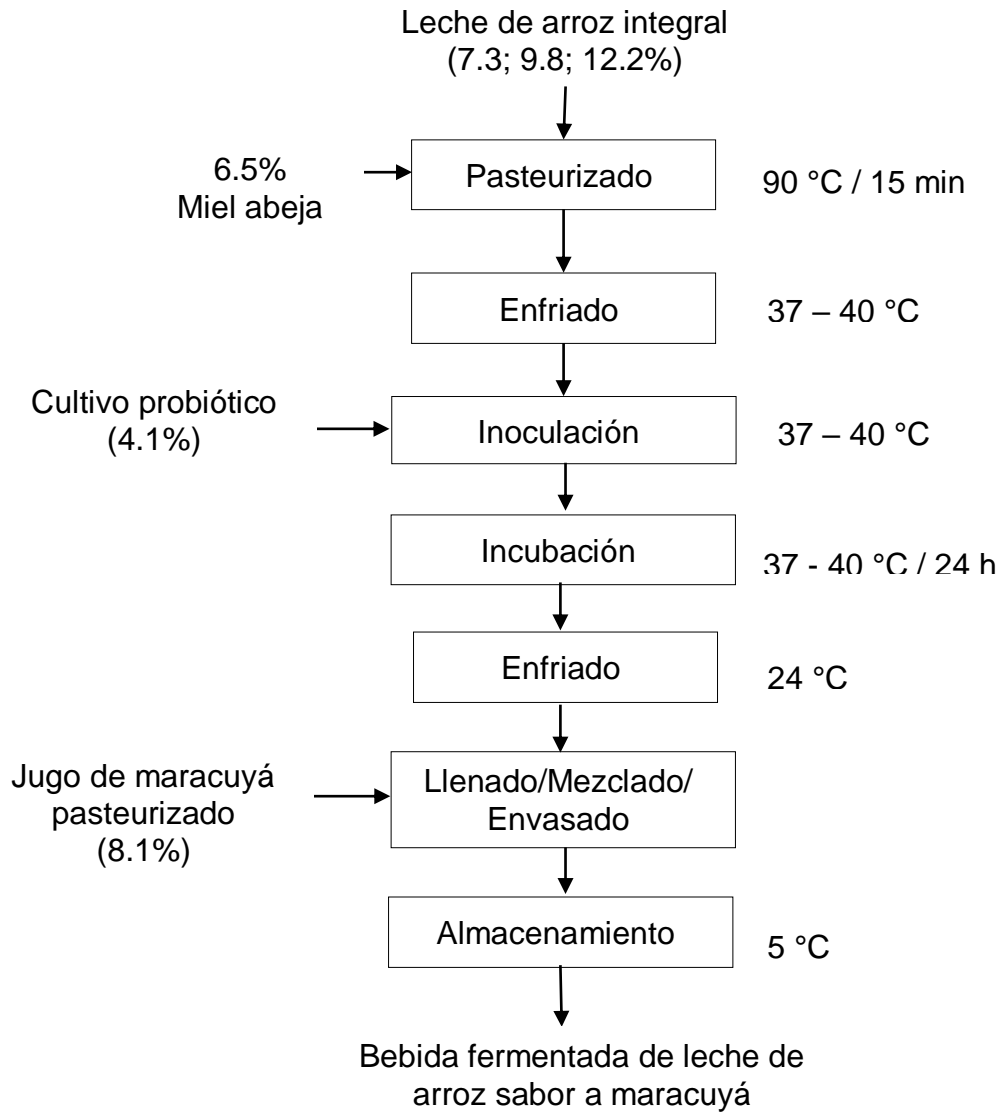


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de una bebida fermentada de leche de arroz sabor a maracuyá.

A continuación, se describe cada operación de la Figura 4 para la elaboración de una bebida fermentada sabor a maracuyá (Amal y otros, 2012).

**Pasteurizado.** Se calentó la leche de arroz integral en sus tres concentraciones a 90 °C por 15 min, y se adiciono el 6.5% de miel de abeja a temperatura de 40 °C aproximadamente donde se obtuvo una mezcla pasteurizada de 73, 98 y 122 mL de leche de arroz.

**Enfriado.** Se colocó el recipiente que contiene la mezcla pasteurizada en una tina con agua fría hasta alcanzar temperatura promedio de 37 a 40 °C.

**Inoculación.** Se añadió el 4.1% del cultivo probiótico a la mezcla pasteurizada a una temperatura de promedio de 37 a 40 °C.

**Incubación.** Se incubó durante 24 h con temperatura entre 37 – 40 °C.

**Enfriado.** Se retiró la mezcla de la incubadora a temperatura ambiente 24 °C.

**Llenado/Mezclado/Envasado.** Luego de la incubación se llenó y mezcló el 8.1% de jugo de maracuyá pasteurizado a temperatura ambiente durante 5min, donde se obtuvo una bebida uniforme; continuamente se envasó en botellas de vidrio de 250 mL.

**Almacenado.** Se almacenó la bebida fermentada sabor a maracuyá en refrigeración a 5 °C por 5 días hasta su evaluación.

### 3.4.5. Formulación base

En el Cuadro 3, se aprecia la formulación base para la elaboración de la bebida fermentada de leche de arroz sabor maracuyá, a partir de la concentración de leche de arroz integral.

Cuadro 3. Formulación base para bebida fermentada de arroz sabor maracuyá.

Ingrediente	Cantidad (%)					
	F1		F2		F3	
	kg	%	kg	%	kg	%
Leche de arroz integral	9	7.30	12	9.80	15	12.20
Agua	91	74.00	88	71.50	85	69.10
Miel de abeja	8	6.50	8	6.50	8	6.50
Cultivo láctico	5	4.10	5	4.10	5	4.10
Jugo de maracuyá	10	8.10	10	8.10	10	8.10
<b>TOTAL</b>	<b>123</b>	<b>100</b>	<b>123</b>	<b>100</b>	<b>123</b>	<b>100</b>

Fuente: Adaptado de Amal y otros (2012).

## 3.5. Métodos de análisis

### 3.5.1. Sólidos solubles

Para determinar la cantidad de sólidos solubles (%) presentes en la bebida fermentada sabor a maracuyá expresados en sacarosa se empleó un refractómetro de mano Atago, rango 0 - 32%, calibrado a 20 °C, y expresado en °Brix (AOAC, 2000).



### 3.5.2. Acidez titulable

Se pesó 9 g de muestra directamente en la taza de titular; se agregó 9 mL de agua destilada y seis gotas de fenolftaleína. Se tituló la muestra con hidróxido de sodio 0.1N, hasta que se adquirió el color rosado tenue el cual se expresó como % de acidez titulable en ácido láctico (Carpio, 2001).

$$\% \text{ Acidez Titulable} = \frac{\text{mL de 0.1N de NaOH} \times \text{factor de NaOH} \times 0.009 \times 100}{\text{volumen de la muestra}}$$

### 3.5.3. Recuento de bacterias ácido lácticas

El recuento de bacterias ácido lácticas se realizó con el uso del agar MRS. Para determinar la viabilidad de crecimiento dentro de la bebida fermentada, se realizó un conteo inicial antes de la refrigeración, para después evaluar nuevamente en el día 5 de almacenamiento a 5 °C; todo esto se realizó en una dilución X10. Con la ayuda de una micro pipeta se inoculó la muestra en placas Petri con agar MRS, se realizó en un medio inocuo para evitar contaminación cruzada (Mridula y Sharma, 2014).

### 3.5.4. Aceptabilidad general

La bebida fermentada con sabor maracuyá se sometió a un análisis sensorial donde se evaluó la aceptabilidad general usando una escala hedónica de 9 puntos (Figura 5), donde 9: Me gusta muchísimo, 8: Me gusta mucho, 7: Me gusta moderadamente, 6: Me gusta poco, 5: Ni me gusta ni me disgusta, 4: Me disgusta poco, 3: Me disgusta moderadamente, 2: Me disgusta mucho y 1: Me disgusta muchísimo. Participaron 30 panelistas no entrenados (Anzaldúa-Morales, 2005).

PRUEBA ACEPTABILIDAD GENERAL PARA BEBIDA FERMENTADA DE LECHE DE ARROZ SABOR MARACUYÁ			
Nombre.....		Fecha.....	
Producto: Bebida fermentada sabor a maracuyá			
Pruebe las muestras de bebida fermentada sabor a maracuyá que se le presentan e indique, según la escala, su opinión sobre ellas.			
Marque con una (X) en el reglón que corresponda a la percepción de aceptabilidad de la muestra.			
ESCALA		MUESTRAS	
	125	137	947
Me gusta muchísimo	.....	.....	.....
Me gusta mucho	.....	.....	.....
Me gusta moderadamente	.....	.....	.....
Me gusta poco	.....	.....	.....
Ni me gusta ni me disgusta	.....	.....	.....
Me disgusta poco	.....	.....	.....
Me disgusta moderadamente	.....	.....	.....
Me disgusta mucho	.....	.....	.....
Me disgusta muchísimo	.....	.....	.....
Comentarios.....			

Figura 5. Ficha de evaluación de aceptabilidad general para bebida fermentada de leche de arroz sabor a maracuyá.

Fuente: Anzaldúa-Morales (2005).

### **3.6. Métodos estadísticos**

Para la evaluación de las variables paramétricas de acidez titulable, sólidos solubles, recuento de bacterias ácido lácticas y aceptabilidad general se utilizó un diseño unifactorial con 4 repeticiones, donde se utilizó la prueba de Levene y se determinó la homogeneidad de varianzas, posteriormente, se realizó un análisis de varianza, para evaluar diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), en caso necesario se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan la cual comparó los resultados mediante la formación de subgrupos para determinar el mejor tratamiento. La aceptabilidad general fue evaluada mediante las pruebas de Friedman y Wilcoxon.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza del 95%. Para procesar los datos se utilizó el software especializado Statistical Package for the Social Science (IBM - SPSS) versión 20.0.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Efecto de la concentración de leche de arroz integral sobre la acidez titulable en una bebida fermentada sabor a maracuyá.

En la Figura 6, se presenta los resultados de acidez titulable en función de las concentraciones de leche de arroz integral en la bebida fermentada sabor a maracuyá.

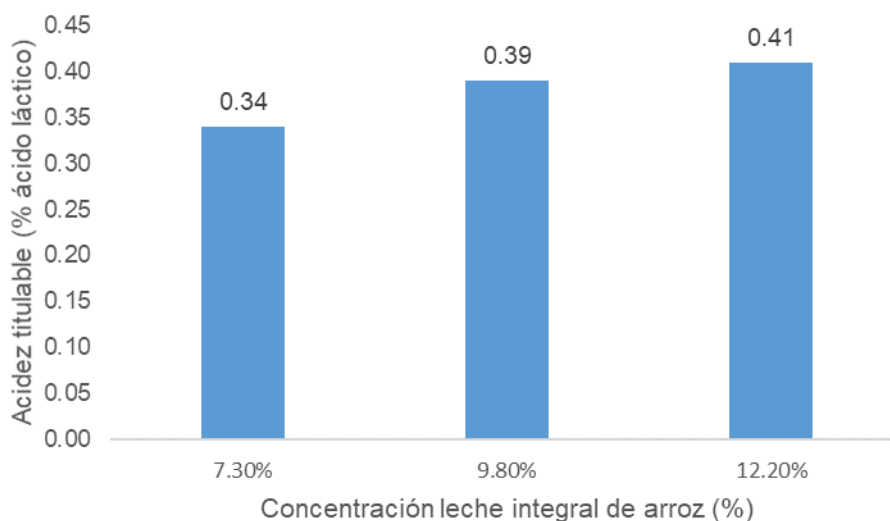


Figura 6. Acidez titulable en función de las concentraciones de leche de arroz integral en una bebida fermentada sabor a maracuyá.

Los valores de acidez titulable expresado en ácido láctico fueron 0.34, 0.39 y 0.41% para las concentraciones de leche de arroz 7.3, 9.8 y 12.2%, respectivamente, medición realizada al día cinco. En el Anexo 2, se muestran los resultados de esta variable.

Sharma y otros (2013) estudiaron la concentración de harina de trigo germinado (4 - 8%), avena (2 - 6%) y harina de salvado de trigo germinado (1 - 3%) en una bebida fermentada no láctea sobre el porcentaje de acidez expresada en ácido láctico, reportando valores de 0.21 a 0.45%, indicando que conforme se aumentó la concentración de harina de trigo germinado y avena, incrementó el porcentaje de acidez, tendencia similar fue reportada en nuestra investigación.

Salmerón y otros (2015) evaluaron el tipo de cereal (cebada, malta y avena) y tipo de cepa (*L. plantarum* y *L. reuteri*) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en bebida no láctea fermentada sobre el porcentaje de acidez expresada en ácido láctico, reportando valores de acidez de 0.04% con avena y 0.14% con malta. También mencionan que los ácidos orgánicos contribuyen al sabor ácido que se pensó durante algún tiempo estaba relacionada con la concentración de iones de hidrógeno (pH), aunque se ha demostrado que el sabor ácido no se explica únicamente por el pH, ya que el aumento de los valores de pH no siempre afecta a la acidez percibida. Otra consideración es que las cantidades de azúcares disponibles se transforman en ácidos orgánicos por acción de las bacterias ácido lácticas, pudiendo aumentar el porcentaje de acidez, coincidiendo con la tendencia de nuestros resultados.

Mridula y Sharma (2014) elaboraron una bebida fermentada de granos utilizando trigo, cebada, mijo y frijol verde en concentraciones de 2, 4, 6 y 8% y avena en polvo al 6% con leche de soya; reportaron valores de acidez titulable expresado en ácido láctico de 0.5 a 0.9%. Indicando que los componentes de la leche de soya y contenido de azúcar para las bacterias ácido lácticas promueve el crecimiento y generación de oligosacáridos, aminoácidos y péptidos; demostrando ser promisorio para el crecimiento o

mantenimiento de bacterias ácido lácticas, como para el incremento de la acidez titulable conforme aumenta la concentración de cereales en la bebida fermentada, mostrando la misma tendencia en los resultados de esta investigación.

El tipo de cepa y los azúcares disponibles dentro de las bebidas fermentadas, juegan un papel importante dentro del medio ya que se transforman principalmente ácidos orgánicos por acción de las bacterias ácido lácticas por lo que el pH desciende y la acidez aumenta (Gomes y otros, 1998).

En el Cuadro 4 se presenta la prueba de Levene para acidez titulable en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá, denotándose homogeneidad de varianza ( $p > 0.05$ ). Posteriormente, se procedió a realizar el análisis de varianza donde no se determinó significancia entre las tres concentraciones de leche de arroz integral.

Cuadro 4. Prueba de Levene para acidez titulable en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.

Variable	Levene	p
Acidez Titulable (%)	1.204	0.310

En el Cuadro 5, se presenta el análisis de varianza para acidez titulable en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.

El análisis de varianza muestra que las concentraciones de leche de arroz integral presentaron significancia ( $p < 0.05$ ) sobre la acidez titulable en la bebida fermentada sabor a maracuyá.

Cuadro 5. Análisis de varianza de acidez titulable en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Leche de Arroz Integral	0.043	2	0.021	797.706	0.000
Error	0.001	45	0.001		
Total	0.044	47			

Salmerón y otros (2015) reportaron que existió efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la concentración de cebada, malta y avena sobre la acidez titulable en bebidas fermentadas.

Amal y otros (2012) reportaron que existió efecto significativo de acidez titulable ( $p < 0.05$ ) en la bebida de arroz fermentada no láctea con concentración de 10% de semilla de calabaza y 10% de semilla de sésamo.

En el Cuadro 6, se presenta la prueba Duncan aplicada a la acidez titulable expresada en ácido láctico en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá. Esta prueba indicó que existió diferencia significativa entre los tratamientos por la formación de subgrupos. En el subgrupo 3, se observa al tratamiento con concentración al 12.20% que presentó la mayor acidez con 0.41%, siendo escogido como el mejor tratamiento, en función al objetivo de la investigación.

Cuadro 6. Prueba de Duncan para acidez titulable expresada en ácido láctico en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.

Leche de Arroz Integral (%)	Subgrupo		
	1	2	3
7.3	0.34		
9.8		0.39	
12.2			0.41

#### 4.2. Efecto de la concentración de leche de arroz integral sobre los sólidos solubles en una bebida fermentada sabor a maracuyá.

En la Figura 7, se presenta los resultados del contenido de sólidos solubles en función a las concentraciones de leche de arroz integral en una bebida fermentada sabor a maracuyá.

Se puede observar que la bebida fermentada sabor a maracuyá presentó valores de 9.48, 9.82 y 10.06% de sólidos solubles para las concentraciones de leche de arroz 7.3, 9.8 y 12.2%, respectivamente, medición realizada al día cinco. En el Anexo 3, se muestran los resultados de esta variable.

Salmerón y otros (2015) evaluaron el tipo de cereal (cebada, malta y avena) y tipo de cepa (*L. plantarum* y *L. reuteri*) en una bebida no láctea fermentada sin azúcar sobre el contenido de sólidos solubles, reportando valores de 0.07% con avena y 3.10% con malta, denotando que los mayores valores de sólidos solubles en las bebidas de malta se deben a la hidrólisis de proteínas y carbohidratos que ocurre por acción de las bacterias ácido lácticas,



aumentando las concentraciones de azúcares libres y aminoácidos libres de acuerdo a la composición del cereal.

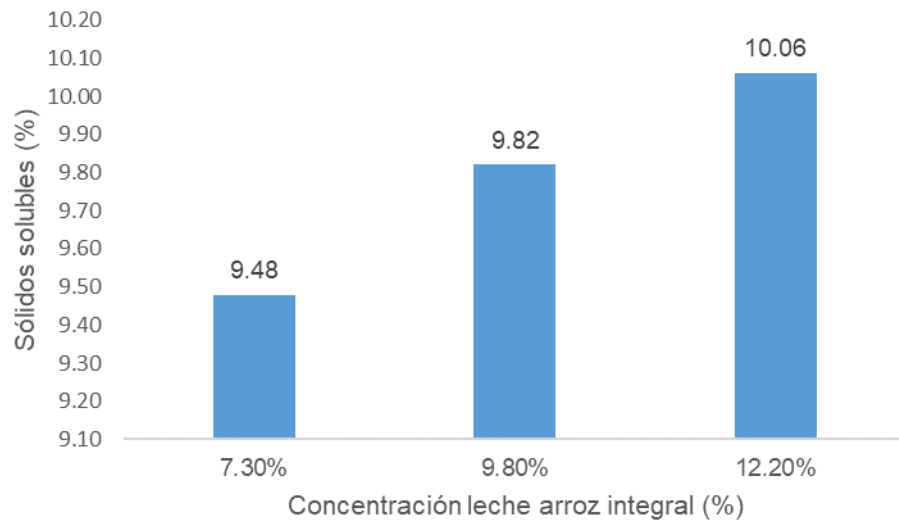


Figura 7. Sólidos solubles en función a las concentraciones de leche de arroz integral en una bebida fermentada sabor a maracuyá.

Costa y otros (2017) evaluaron una bebida fermentada no láctea con extracto de arroz y almidón de maíz al 5, 10 y 15% sobre el contenido de sólidos solubles, encontrando valores de 12 a 14%, los cuales aumentaron con el mayor contenido de almidón, mencionado que los microorganismos añadidos interactuaron con los componentes del producto, al utilizarlos como sustrato para su metabolismo, produciendo enzimas capaces de hidrolizar al almidón, produciendo dextrinas y ácidos, que son solubles en agua y contribuyeron a las variaciones en el contenido de sólidos solubles.

Issara y Rawdkuen (2016) caracterizaron una bebida no láctea de salvado de arroz con 5% de azúcar y 0.1% de goma xantan, determinando un valor de 8.67% de sólidos solubles e indicando que el alto porcentaje de carbohidratos podría deberse a esos sacáridos, así como al almidón y otros sacáridos naturales presentes en el salvado de arroz.

En el Cuadro 7 se presenta la prueba de Levene para sólidos solubles en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá, denotándose homogeneidad de varianza ( $p>0.05$ ). Posteriormente, se procedió a realizar el análisis de varianza para determinar el efecto significativo y la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 7. Prueba de Levene para sólidos solubles en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.

Variable	Levene	p
Sólidos Solubles	1.355	0.268

En el Cuadro 8, se presenta el análisis de varianza para sólidos solubles en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.

El análisis de varianza muestra que las concentraciones de leche de arroz integral presentaron efecto significativo ( $p<0.05$ ) sobre los sólidos solubles en la bebida fermentada sabor a maracuyá.

Cuadro 8. Análisis de varianza de sólidos solubles en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Leche de Arroz Integral	2.788	2	1.394	296.062	0.000
Error	0.212	45	0.005		
Total	2.999	47			

Mridula y Sharma (2014) reportaron efecto significativo ( $p < 0.05$ ) en las concentraciones de trigo, cebada y frijol verde al 2, 4, 6 y 8%, respectivamente, sobre los sólidos solubles en bebidas probiótica no lácteas, mostrando la misma tendencia en esta investigación.

Salmerón y otros (2015) reportaron efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la concentración de malta al 5% sobre los sólidos solubles en bebidas fermentadas inoculadas con dos cepas (*L. plantarum* y *L. reuteri*), resultados similares se reportaron en esta investigación.

En el Cuadro 9, se presenta la prueba Duncan aplicada a los sólidos solubles en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá. Esta prueba indicó que existió diferencia significativa entre los tratamientos por la formación de subgrupos. En el subgrupo 3, se observa al tratamiento con concentración al 12.2% que presentó el mayor contenido con 10.06%, siendo escogido como el mejor tratamiento.

Cuadro 9. Prueba de Duncan para sólidos solubles en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.

Leche de Arroz Integral (%)	Subgrupo		
	1	2	3
7.3	9.48		
9.8		9.82	
12.2			10.06

#### 4.3. Efecto de la concentración de leche de arroz integral sobre el recuento de bacterias ácido lácticas en una bebida fermentada sabor a maracuyá.

En la Figura 8, se presenta los resultados del recuento de bacterias ácido lácticas en función a la concentración de leche de arroz integral en una bebida fermentada sabor a maracuyá.

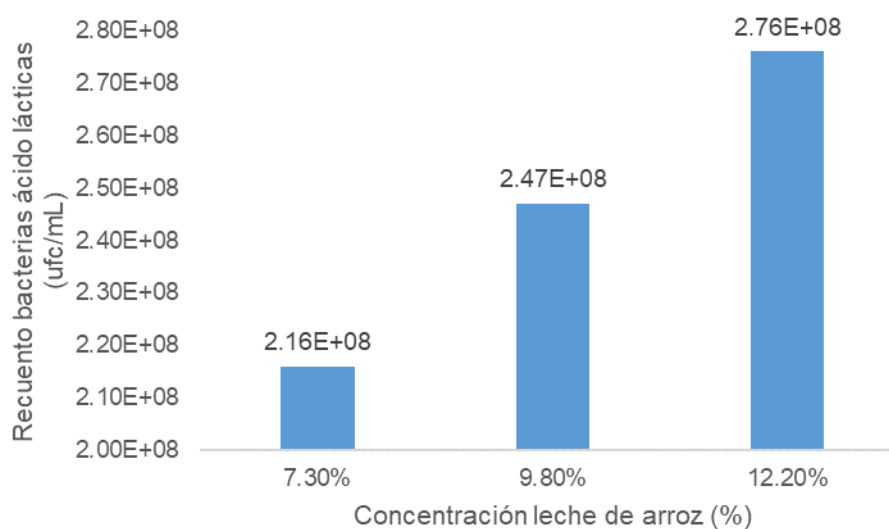


Figura 8. Bacterias ácido lácticas en función a las concentraciones de leche de arroz integral en una bebida fermentada sabor a maracuyá.

Se puede observar que, al quinto día de almacenamiento, el recuento de bacterias ácido lácticas fue disminuyendo, considerando que el recuento el día inicial fue  $1 \times 10^9$  ufc/mL, así mismo se observó que existió un mayor recuento en la bebida con mayor concentración de leche de arroz integral. La bebida fermentada sabor a maracuyá presentó  $2.16 \times 10^8$ ,  $2.47 \times 10^8$  y  $2.76 \times 10^8$  ufc/mL para las concentraciones de leche de arroz integral 7.30, 9.80 y 12.20%, respectivamente. En el Anexo 4, se muestran los resultados de esta variable.

Una tendencia de crecimiento similar fue reportada por Mridula y Sharma (2014), quienes elaboraron una bebida fermentada con y sin leche de soya no láctea utilizando trigo, cebada, mijo y frijol verde en concentraciones (0, 2, 4, 6 y 8%), avena en polvo al 6% y *Lactobacillus acidophilus*-NCDC14 al 5% y azúcar blanca 7%, reportando como mínimo  $2.5 \times 10^{10}$  ufc/mL en los tratamientos control en cebada, mijo, frijol verde y un máximo de  $2.9 \times 10^{11}$  ufc/mL al 8% de concentración en mijo. Donde la presencia de leche de soya y azúcar blanca promovieron el crecimiento y generación de oligosacáridos, aminoácidos y péptidos; demostrando ser promisorio para el crecimiento de bacterias ácido lácticas.

Angelov y otros (2006) evaluaron la concentración de avena en harina (4.0, 5.5 y 7.0%) y cultivo iniciador *L. plantarum* (1.0, 5.0 y 10%) sobre el recuento de bacterias probióticas en una bebida fermentada de avena; obteniendo un mejor recuento entre  $1 \times 10^{10}$  a  $8 \times 10^{10}$  ufc/mL en concentración de avena en harina al 4.0 y 5.0% de cultivo iniciador, respectivamente; a través de estas concentraciones se obtuvo un medio favorable para su crecimiento en un pH de 4.0 a 4.5 por 8 horas.

Mattila-Sandholm y otros (1999), indicaron que para productos probióticos, los niveles requeridos de células viables deberán estar como mínimo a  $1 \times 10^6$  ufc/mL en el menor tiempo de fermentación posible con el fin de minimizar el riesgo de contaminación; por lo que el periodo de incubación (24 horas) y porcentaje de cultivo iniciador (5.0%) favorece la cantidad de bacterias ácido lácticas de la bebida obteniendo una tendencia favorable y similar con Mridula y Sharma (2014) y Angelov y otros (2006).

Cáceres y otros (2019) mencionan que las diferentes condiciones de fermentación (número de cepas de cultivo iniciador y temperatura) y el tipo de cereal utilizado podrían explicar crecimiento más rápido del cultivo iniciador durante la fermentación. La disminución del almidón en arroz germinado da como resultado una maltosa y glucosa fermentables que podrían mejorar el crecimiento del cultivo iniciador. Además, la hidrólisis puede causar un aumento en la digestibilidad de proteínas y mejora la concentración y/o bioaccesibilidad de micronutrientes y compuestos fenólicos, que pueden usarse como sustratos para el crecimiento del cultivo iniciador, contribuyendo a los recuentos de las bacterias ácido lácticas en productos fermentados. El recuento de bacterias más alto puede causar la producción de ácidos orgánicos y, en consecuencia, una mayor acidificación de las bebidas fermentadas.

En el Cuadro 10 se presenta la prueba de Levene para el recuento de bacterias ácido lácticas en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá, denotándose homogeneidad de varianza ( $p > 0.05$ ). Posteriormente, se procedió a realizar el análisis de varianza para determinar el efecto significativo y la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 10. Prueba de Levene para bacterias ácido lácticas en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.

Variable	Levene	p
Sólidos solubles	0.808	0.452

En el Cuadro 11, se presenta el análisis de varianza para bacterias ácido lácticas en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.

Cuadro 11. Análisis de varianza de bacterias ácido lácticas en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Leche de Arroz Integral	$2.85 \times 10^{16}$	2	$1.43 \times 10^{16}$	380.886	0.000
Error	$1.68 \times 10^{15}$	45	$3.74 \times 10^{13}$		
Total	$3.02 \times 10^{16}$	47			

El análisis de varianza muestra que las concentraciones de leche de arroz integral presentaron efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre el recuento de bacterias ácido lácticas en la bebida fermentada sabor a maracuyá.

Mridula y Sharma (2014) reportaron efecto significativo ( $p < 0.05$ ) en las concentraciones de cebada, mijo y frijol verde al 5% de cultivo iniciador *Lactobacillus acidophilus*-NCDC14 sobre el recuento de bacterias ácido lácticas en bebidas probiótica no lácteas con un mayor recuento de  $2.9 \times 10^{11}$  ufc/mL al 8% de concentración en mijo.

Angelov y otros (2015) reportaron efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la concentración de avena en harina (4.0, 5.5 y 7.0%) con concentraciones del cultivo iniciador *L. plantarum* a un 5.0 y 10% sobre el recuento de bacterias ácido lácticas en una bebida fermentada de avena, obteniendo un mejor recuento de  $1 \times 10^{10}$  a  $8 \times 10^{10}$  ufc/mL en concentraciones de avena en harina al 4.0 y 5.5%, respectivamente.

En el Cuadro 12, se presenta la prueba Duncan aplicada al recuento de bacterias ácido lácticas en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá. Esta prueba indicó que existió diferencia significativa entre los tratamientos por la formación de subgrupos. En el subgrupo 3, se observa que la concentración de 12.2% presentó mayor recuento de bacterias ácido lácticas con un valor de  $2.76 \times 10^8$  ufc/mL, por el cual se consideró como mejor tratamiento; cumpliendo con el recuento mínimo de bacterias ácido lácticas de  $1 \times 10^6$  ufc/mL para una bebida probiótica estándar mencionado por Mattila-Sandholm y otros (1999).

Cuadro 12. Prueba de Duncan para bacterias ácido lácticas en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.

Leche de Arroz Integral (%)	Subgrupo		
	1	2	3
7.3	$2.16 \times 10^8$		
9.8		$2.47 \times 10^8$	
12.2			$2.76 \times 10^8$



#### 4.4. Efecto de la concentración de leche de arroz integral sobre la aceptabilidad general en una bebida fermentada sabor a maracuyá.

En la Figura 9, se presenta los resultados de la aceptabilidad general en función a la concentración de leche de arroz integral en una bebida fermentada sabor a maracuyá. Se observa que la muestra con concentración de 7.3% de leche de arroz integral tuvo mayor aceptabilidad con moda 7.0 puntos (Me gusta moderadamente), seguido por los tratamientos con 9.8 y 12.2%, los cuales obtuvieron 6.0 puntos (Me gusta poco) y 5.0 (No me gusta, ni me disgusta), respectivamente. En el Anexo 5, se reportan los resultados completos de la evaluación sensorial.

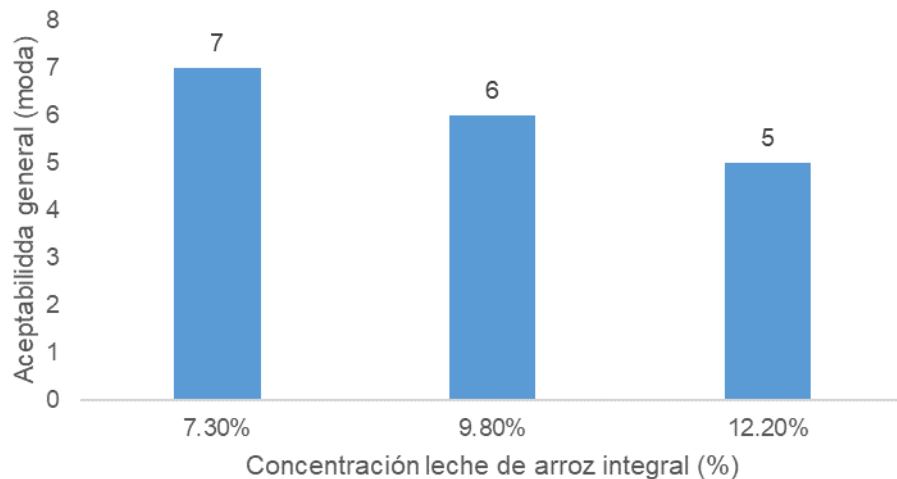


Figura 9. Aceptabilidad general en función a las concentraciones de leche de arroz integral en una bebida fermentada sabor a maracuyá.

Mridula y Sharma (2014) evaluaron la aceptabilidad general, usando una escala hedónica de nueve puntos, en bebida fermentada a base de leche de soya y harina de grano verde (2, 4, 6 y 8%) obteniendo valores de 7.9, 7.9,

7.5 y 6.8 puntos, respectivamente, observando la misma tendencia que en la presente investigación

En el Cuadro 13, se presenta la prueba de Friedman que determinó la existencia de diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en la aceptabilidad general de la bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá, denotando que el tratamiento de 7.3% de leche de arroz integral presentó la mayor moda (7 puntos).

Cuadro 13. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.

Leche de Arroz Integral (%)	Rango promedio	Promedio	Moda
7.3	2.58	6.91	7
9.8	1.92	6.19	6
12.2	1.50	5.52	5
Chi-cuadrado			19.907
p			0.001

Salmerón y otros (2015) elaboraron una bebida fermentada con cebada y malta en concentraciones de 0, 3 y 5% notándose un efecto significativo en los tratamientos ( $p < 0.05$ ), teniendo una mayor aceptabilidad a una concentración de 5% de malta con un valor de 6 puntos (Me gusta ligeramente). Resultados similares se encontraron en esta investigación.

Amal y otros (2012) elaboraron una bebida probiótica a base de granos de arroz y mijo a una concentración de 0, 5 y 10% fortificados con calabaza y leche de semilla de sésamo notándose un efecto significativo entre las muestras ( $p < 0.05$ ); teniendo una mayor aceptabilidad a una concentración de

5% de arroz y mijo fortificado con calabaza y leche de semilla de sésamo, con un valor de 8 puntos (Me gusta mucho). Misma tendencia fue hallada en esta investigación.

En el Cuadro 14 se presenta la prueba de Wilcoxon, donde se indica estadísticamente que la bebida fermentada de leche de arroz al 7.3% fue diferente a la de 9.8% y 12.2% de leche de arroz; por tanto, la mejor en aceptabilidad general.

Cuadro 14. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá

Tratamientos		Z	p
<b>Leche de arroz integral 7.3%</b>	Leche de arroz integral 9.8%	-3.247	0.001
	Leche de arroz integral 12.2%	-3.905	0.000

## **V. CONCLUSIONES**

Las tres concentraciones de leche de arroz integral (7.30, 9.80 y 12.20%) presentaron efecto significativo ( $p < 0.05\%$ ) sobre la acidez, sólidos solubles, recuento de bacterias ácido lácticas y aceptabilidad general en una bebida fermentada de arroz sabor a maracuyá.

En función a la aceptabilidad general con 7.0 puntos de moda se consideró a la concentración de leche de arroz integral 7.3% como el mejor tratamiento, con sólidos solubles de 9.48%, recuento de bacterias ácido lácticas de  $2.16 \times 10^8$  ufc/mL y acidez titulable de 0.34% expresado en ácido láctico en una bebida fermentada de arroz sabor a maracuyá.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Evaluar el tiempo de almacenamiento en rangos superiores a 5 días en relación a las características fisicoquímicas en la bebida fermentada con leche de arroz integral sabor a maracuyá.

Evaluar los parámetros de recuento de bacterias ácido lácticas, acidez y sólidos solubles con la adición de otros edulcorantes naturales como stevia, miel de caña, miel de cacao, entre otros en la elaboración de bebida fermentada.

Evaluar la adición de otro insumo dentro de la formulación con la cual se pueda obtener una bebida con mayor acidez, similar a la de un yogurt (0.85 – 0.95%).

Validación del recuento de bacterias probióticas con un análisis más específico.

Reemplazar el jugo de maracuyá por otro agente saborizante, esperando obtener una mayor aceptabilidad en las concentraciones más altas.

## **VII. BIBLIOGRAFÍA**

Agrolalibertad. 2017. Reporte de inteligencia de mercados maracuyá peruana, producto bandera de Perú. La Libertad, Perú. Recuperado de: [http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/informe\\_inteligencia\\_de\\_mercado\\_maracuya.pdf](http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/informe_inteligencia_de_mercado_maracuya.pdf).

Amal A., Mona, A. y Soher T. 2012. Production of Cereal-Based Probiotics. Journal Science Application, 10:1367-1380. Department of Food Science. Faculty of Agriculture. Ain Shams University. Shoubra El-Khaya, Egypt.

Angelov, A., Gotcheva, V., Kuncheva, R y Hristozova, T. 2006. Development of a new oat-based probiotic drink. Institute of Microbiology. International Journal of Food Microbiology, 112:75-80. Bulgarian Academy of Sciences. Plovdiv, Bulgaria.

Anzaldúa-Morales, A. 2005. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Segunda Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

AOAC. 2000. Official method of analysis for solid in fruits Method 932.12. 17th edition. Virginia, USA.

AOAC. 2005. Official method of analysis for acidity (titrable) in fruits Method 942.15. 18th edition. Virginia, USA.

Asociación de las Naciones del Sudeste Asiático. 2004. Tabla de composición de Alimentos. Observatorio Asia Pacifico. China.

Bernal, C., Díaz-Moreno, C. y Gutiérrez-Cortés, C. 2017. Probióticos y prebióticos en matrices de origen vegetal: Avances en el desarrollo de bebidas de frutas. *Revista Chilena de Nutrición*, 44(4): 382-392.

Cáceres, P., Peñas, E., Martínez-Villaluenga, C., García-Mora, P. y Frías, P. 2019. Development of a multifunctional yogurt-like product from germinated brown rice. *LWT - Food Science and Technology*, 99, 306–312.

Carpio, L. 2001. Factores asociados a la adulteración comercial de leches y yogures en el Mercado Central Caraguay. Tesis para la obtención de Grado de Doctor en Química y Farmacia. Universidad de Guayaquil. Ecuador.

Castro, J., Paredes, C. y Muñoz, D. 2010. Cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis* Sims f. Flavicarpa deg.). Gerencia Regional Agraria. La Libertad, Perú.

Chaparro, M., Figuero, L y Otálvaro, A. 2012. Desarrollo de una bebida vegetal a partir de harina de arroz con adición del probiótico (*Lactobacillus delbrueckii*). *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 32(22):25-33. Programa de Ingeniería de Alimentos. Universidad de La Salle. Colombia.

Coda, R., Lanera, A., Trani, A., Gobbetti, M. y Cagno, R. 2012. Yogurt-like beverages made of a mixture of cereals, soy and grape must: Microbiology, texture, nutritional and sensory properties. *International Journal of Food Microbiology*, 155:120-127. Department of Environmental and Agro-Forestry Biology and Chemistry. University of Bari, Italy.

Codex Alimentarius. 2007. Cereales, Legumbres, Leguminosas y Productos Proteínicos Vegetales. Organización Mundial de la Salud. Roma.

Colque, E. 2016. Determinación de parámetros para la elaboración de bebida probiótica de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) empleando *Saccharomyces boulardii*. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Alimentos. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela profesional de Ingeniería de Alimentos. Universidad Peruana Unión. Juliaca, Perú.

Costa, K., Pertuzatti, P., Oliveira, T., Caliari, M. y Soares-Júnior, M. 2017. Syneresis and chemical characteristics of fermented rice extract with probiotic bacteria and waxy maize starch. *Food Science and Technology*, 37(4): 640-646.

Durán, J. y Méndez, G. 2008. Plan de Negocios para exportar maracuyá y cholupa como fruta fresca y/o en pulpa hacia Canadá. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

Enujiugha, V. y Badejo, A. 2015. Probiotic Potentials of Cereal-based Beverages. *Journal Food Science and Nutrition*, 04:790-804. Department of Food Science and Technology. Federal University of Technology. Akure, Nigeria.

FAO. 2004. Rice and human nutrition. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.

FAO y World Health Organization (WHO). 2002. Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. London.

Franco B. 2008. Microbiología de Alimentos. Editorial SBCTA. Sao Paulo. Brasil.



Franquet, J. y Borrás C. 2004. Variedades y mejora del arroz (*Oriza sativa*, L.). Colección Técnica Campos de l' Ebre. Primera Edición. 432-454. Universidad Internacional de Catalunya. España.

Gomes A., Malcata F. y Klaver F. 1998. Growth and improvement of bifido lactic bacteria and *lactobacillus acidophilus* in milk hydrolyzate. Journal Milk Technology, 49: 71-95. United States of America.

Guarner, F., Khan, A., Garisch, J., Eliakim, R., Gangl, A., Thomson, A., Krabshuis, J y Lemair, T. 2011. Practical Guide of the World Gastroenterology Organization: Probiotics and Prebiotics. World Gastroenterology Organization. United States of America.

Issara, U. y Rawdkuen, S. 2016. Instant Organic Rice Bran Milk: Production and Its Primarily Quality Attributes. Food Research and Innovation for Sustainable Global Prosperity, 239-247.

Jay, J. 2005. Microbiología de Alimentos. 6ta Edición. Editorial O mundo. Porto Alegre, Brasil.

Mattila-Sandholm, T., Blum S., Collins, J., Crittenden, R., De Vos, W., Dunne, C., Fonden, R., Grenov, G., Isolauri, E., Klely, B., Marteau, P., Morrel, L., Ouwejamd, A., Renlero, R., Saarela, M., Salminen, S., Saxelin, M., Schiffrin, E. Shanahan, F., Vaughan, E. y Von Wright, A. 1999. The probiotics towards the demonstration of effectiveness. Trends in Food Science and Technology, 84 (3): 483-485. United States of America.

MINAGRI. 2017. Producción de arroz en el Perú en la última década. Perú.

MINCETUR. 2018. Reporte comercial de producto: Arroz. Perú.

MINSA. 2017. Tablas Peruanas de composición de Alimentos. Instituto Nacional de Salud. Perú.

Mridula, D. y Sharma, M. 2014. Development of non-dairy probiotic drink utilizing sprouted cereals, legume and soymilk. Journal Food Science and Technology, 1: 1-6.

Prado, F., Parada, J., Pandey, A y Soccol, C. 2007. Trends in non-dairy probiotic beverages. Food Research International, 41:111-123. Laboratory of Biotechnology Process. Department of Chemical Engineering. Federal University of Parana, Brasil.

Ramírez J., Ulloa P., Velásquez M., Ulloa J. y Arce F. 2011. Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. Revista Fuente, 07:1-16. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nayarit, México.

Rathore, S., Salmerón, I y Pandiella, S. 2012. Production of potentially probiotic beverages using single and mixed cereal substrates fermented with lactic acid bacteria cultures. Journal Food Microbiology. 30:239-244. School of Chemical Engineering and Analytical Sciences. University of Manchester. Manchester, England.

Resende R. 2013. Bebidas fermentadas probiótica a base de extracto hidrosoluble de soya adicionando miel de abeja. Programa de post grado en Ciencia de Alimentos de la Facultad de Farmacia. Universidad Federal de Minas. Belo Horizonte, Brasil.

Salmerón I., Thomas K. y Pandlella S. 2015. Effect of probiotic lactic acid bacteria with potential on the physicochemical composition and acceptance of fermented cereal beverages. *Journal Functional food*, 1: 1-10. Sunderland University. UK.

Sharma, M., Mridula, D. y Gupta, R. 2013. Development of sprouted wheat based probiotic beverage. *Journal of Food Science and Technology*, 51(12): 3926–3933.

Shen W., Gaskins HR. y McIntosh MK. 2014. Influence of dietary fat on intestinal microbes, inflammation, barrier function and metabolic outcomes. *Journal Nutrition Biochemistry*, 3: 270-280. University of Illinois at Urbana–Champaign, United States of America.

Tormo, R. 2006. Probióticos, concepto y mecanismos de acción. *Anales de Pediatría. Monografía*; 1era Edición. 30-41. Asociación Española de Pediatría. España.

Vijaya, B., Venkata, S y Vijaya, O. 2015. Trends in dairy and non-dairy probiotic products - a review. *Journal of Food Science and Technology*, 10:6112–6124. Department of Biochemistry. Sri Venkateswara University, India.

Vivek, K., Mishra, S., Pradhan., R. y Jayabalan. 2019. Effect of probiotification with *Lactobacillus plantarum* MCC 2974 on quality of Sohiong juice. *LWT – Food Science and Technology*, 108: 55-60.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1. Ficha técnica del cultivo láctico



**LINROS S.R.L.**

ADITIVOS PARA ALIMENTOS

#### Especificación Técnica

#### LYOFAST SAB 4.40 A

<b>Descripción</b>	Cultivo liofilizado para uso directo Simbiosis de varias cepas de <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium</i> . (CONTIENE BACTERIAS PROBIOTICAS)
<b>Aplicación</b>	Yoghurt de buena consistencia y viscosidad, baja post-acidificación.
<b>Uso</b>	Disolver el cultivo en una pequeña cantidad de leche a 35-40°C por aprox.30 minutos antes de agregarlo a la tina de leche de proceso
<b>Empaque</b>	Los sobres están impresos con el nombre del cultivo, la dosis en UC, el número de lote, la fecha de expiración.
<b>Tamaño</b>	Dosis disponibles en 5UC, 10UC, 20 UC, 50 UC
<b>Almacenaje</b>	Si se almacena por lo menos a -18°C, la vida del cultivo es de un año.
<b>Características:</b>	
<b>Temperatura</b>	34-45 °C
<b>Producción de gas</b>	Ausente

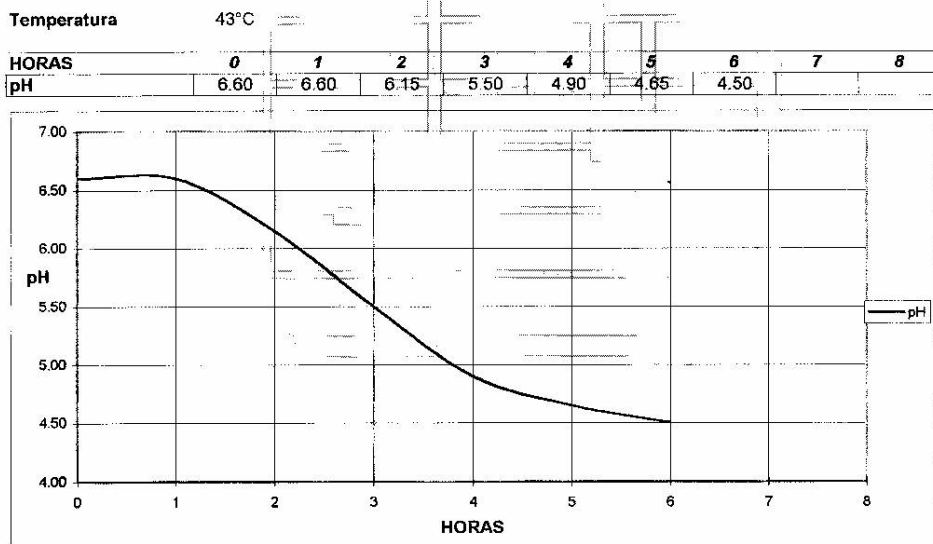
#### Características Microbiológicas

<b>Total Coliformes</b>	Ausente en 0,1 gramos
<b>Enterobacteriaceae</b>	Ausente en 0,1 gramos
<b>Hongos y levaduras</b>	Ausente en 0,1 gramos
<b>S. aureus</b>	Ausente en 0,1 gramos
<b>Salmonella</b>	Ausente en 25 gramos
<b>L. monocytogenes</b>	Ausente en 1 gramo

#### Métodos

FIL-IDF 73A:1985
VRBG (37°C - 48 h)
FIL-IDF 94B:1990
FIL-IDF 60B:1990
FIL-IDF 93B:1995
FIL-IDF 143A:1995

#### Curva de acidificación en leche descremada estéril



Toda esta información es obtenida por pruebas estándares de laboratorio para guía general.  
La información podría cambiar dependiendo de las condiciones de trabajo del cliente

Anexo 2. Resultados de acidez expresado en % de ácido láctico en bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.

Repetición	Concentración leche de arroz integral		
	7.30%	9.80%	12.20%
1	0.34	0.39	0.41
	0.34	0.39	0.42
	0.35	0.38	0.41
	0.34	0.38	0.42
Promedio 1	0.34	0.39	0.42
2	0.34	0.39	0.41
	0.34	0.39	0.41
	0.34	0.39	0.42
	0.33	0.39	0.41
Promedio 2	0.34	0.39	0.41
3	0.34	0.39	0.41
	0.33	0.38	0.41
	0.34	0.38	0.41
	0.34	0.38	0.42
Promedio 3	0.34	0.38	0.41
4	0.34	0.39	0.42
	0.35	0.39	0.4
	0.34	0.39	0.41
	0.34	0.38	0.42
Promedio 4	0.34	0.39	0.41
<b>Promedio total</b>	<b>0.34</b>	<b>0.39</b>	<b>0.41</b>

Anexo 3. Resultados de sólidos solubles (%) en bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.

Repetición	Concentración leche de arroz integral		
	7.30%	9.80%	12.20%
1	9.50	9.80	10.00
	9.50	9.90	10.10
	9.50	9.80	10.00
	9.40	9.80	10.20
Promedio 1	9.48	9.83	10.08
2	9.50	9.80	10.00
	9.50	9.90	10.10
	9.50	9.70	10.10
	9.50	9.90	10.20
Promedio 2	9.50	9.83	10.10
3	9.50	9.80	10.00
	9.30	9.80	10.00
	9.50	9.80	10.00
	9.50	9.80	10.10
Promedio 3	9.45	9.80	10.03
4	9.50	9.70	10.20
	9.50	9.90	10.00
	9.40	9.90	10.00
	9.50	9.80	10.00
Promedio 4	9.48	9.83	10.05
<b>Promedio total</b>	<b>9.48</b>	<b>9.82</b>	<b>10.06</b>

Anexo 4. Resultados de recuento de bacterias ácido lácticas (ufc/mL) en bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.

Repetición	Concentración leche de arroz integral		
	7.30%	9.80%	12.20%
1	2.20E+08	2.50E+08	2.80E+08
	2.10E+08	2.40E+08	2.70E+08
	2.20E+08	2.50E+08	2.70E+08
	2.20E+08	2.50E+08	2.80E+08
Promedio 1	2.18E+08	2.48E+08	2.75E+08
2	2.15E+08	2.50E+08	2.80E+08
	2.20E+08	2.50E+08	2.80E+08
	2.10E+08	2.50E+08	2.70E+08
	2.20E+08	2.45E+08	2.80E+08
Promedio 2	2.16E+08	2.49E+08	2.78E+08
3	2.20E+08	2.45E+08	2.75E+08
	2.10E+08	2.40E+08	2.90E+08
	2.20E+08	2.55E+08	2.60E+08
	2.15E+08	2.50E+08	2.80E+08
Promedio 3	2.16E+08	2.48E+08	2.76E+08
4	2.10E+08	2.35E+08	2.80E+08
	2.10E+08	2.45E+08	2.65E+08
	2.20E+08	2.55E+08	2.70E+08
	2.20E+08	2.45E+08	2.85E+08
Promedio 4	2.15E+08	2.45E+08	2.75E+08
<b>Promedio total</b>	<b>2.16E+08</b>	<b>2.47E+08</b>	<b>2.76E+08</b>

Anexo 5. Calificaciones para aceptabilidad general en una bebida fermentada de leche de arroz integral sabor a maracuyá.

Panelistas	F1 (7.3%)	F2 (9.8%)	F3 (12.2%)
1	7	6	5
2	8	5	5
3	7	8	6
4	7	6	3
5	6	7	6
6	7	6	3
7	7	5	6
8	5	6	7
9	8	7	5
10	6	6	7
11	7	6	4
12	5	5	6
13	7	5	6
14	7	7	5
15	7	4	6
16	8	7	5
17	7	5	7
18	6	6	5
19	7	5	6
20	7	7	5
21	7	6	6
22	6	7	6
23	7	6	5
24	8	7	5
25	6	6	5
26	6	7	5
27	8	6	6
28	8	6	3
29	7	5	6
30	8	7	4
Promedio	6.90	6.07	5.30
Moda	7	6	5